

智能护理机器人抓取机构的结构设计与运动稳定性研究

丁浩亮¹ 陈博华² 邵婷婷³ 张永海⁴

1.青岛海尔生物医疗股份有限公司 山东 青岛 266000

2.懋煜(青岛)医疗科技有限公司 山东 青岛 266000

3.青岛汉唐生物科技有限公司 山东 青岛 266000

4.青岛海尔生物医疗股份有限公司 山东 青岛 266000

【摘要】：智能护理机器人在医疗和护理领域有着广泛应用，其抓取机构的设计和运动稳定性是保证机器人高效工作的关键。本文针对智能护理机器人抓取机构的结构设计与运动稳定性进行了深入研究。通过分析现有机器人在抓取任务中的性能瓶颈，提出了一种改进的结构设计方案，并对其运动稳定性进行了系统的实验验证。研究表明，优化的结构设计不仅提高了机器人抓取的精准性，也有效增强了运动的稳定性。该研究为未来智能护理机器人在复杂环境下的稳定运行提供了理论支持和实践参考。

【关键词】：智能护理机器人；抓取机构；结构设计；运动稳定性；优化方案

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.018

引言

随着科技的不断进步，智能护理机器人逐渐成为医疗和护理领域的重要辅助工具。为了使其在实际应用中表现出色，抓取任务的准确性与稳定性至关重要。现有的智能护理机器人在复杂环境下执行抓取操作时，常常面临运动不稳定、精准度不足等问题，这限制了其实际应用范围。因此，对智能护理机器人抓取机构的结构设计进行优化，并对其运动稳定性进行深入研究，成为提升机器人性能的关键。本文将重点探讨如何通过结构设计的创新与稳定性分析，提升机器人在执行护理任务时的效率与可靠性，从而推动智能护理机器人在医疗行业中的广泛应用。

1 抓取机构设计中的关键问题与挑战

智能护理机器人在执行抓取任务时，面临多个关键问题和挑战。抓取机构的设计不仅要保证操作的高效性，还需要在运动过程中提供足够的稳定性，这对机器人的精度和可靠性至关重要。在实际应用中，护理机器人常常需要在复杂、动态的环境下进行任务操作，这要求其抓取机构具有高度的适应性和精密的运动控制能力。抓取机构的稳定性往往受到多个因素的影响，其中最为显著的是结构设计本身。在设计过程中，需要考虑到机器人抓取时的负载变化和抓取对象的不同形态。这些因素会直接影响机器人运动的平稳性和准确性。在抓取不同物体时，负载的变化可能导致运动轨迹的偏移，甚至影响机器人的抓取成功率。针对这一问题，抓取机构的结构需要具备灵活性，同时又不失稳定性，以应对不同任务需求。

抓取过程中常见的震动问题也是影响运动稳定性的一个重要因素。机器人在抓取物体时，惯性力的作用可能导致抓取机构产生震动，这种震动不仅会影响抓取的准确性，还可能对机器人本体的长期运行造成损害。因此，如何设计出一种既能承受外力又能有效吸收震动的抓取结构，成为提升机器人抓取

性能的关键。当前的设计方案往往通过优化机械结构和选择适当的材料来减少震动的影响，但依然存在如何精确控制振动幅度和频率的挑战。

除了机械结构的设计，抓取机构的运动控制算法也是影响抓取稳定性的一个重要因素。现有的控制算法虽然能在静态环境下提供较为精准的控制，但在动态环境下，如何实时调节运动轨迹、优化控制策略，仍然是设计中的难点。运动控制不仅仅是根据目标位置来进行简单的调节，还需要考虑实时反馈系统的反应速度和准确性，确保机器人在执行抓取任务时能够在极短的时间内做出响应，以避免外部干扰对任务执行产生影响。抓取机构的设计挑战不仅仅是单纯的机械结构问题，还涉及到多学科交叉，如运动学、动力学以及控制理论的应用。只有通过对这些领域的深度结合和技术创新，才能克服现有设计中的局限性，提升智能护理机器人的整体性能。

2 结构设计优化方案与实现过程

结构设计的优化方案不仅是提升智能护理机器人抓取性能的关键，也是确保其运动稳定性的基础。为了提高抓取机构的可靠性和精确度，设计过程中需重点关注抓取力矩的分布、结构的刚性以及负载变化对运动的影响。为了实现这一目标，优化方案涉及多个方面的调整与创新，涵盖了机械结构、动力学模型、控制系统等多个维度。抓取机构的核心设计在于能够承受不均匀负载的能力。传统设计往往以简化为主，缺乏对实际环境中不确定因素的充分考虑。在优化方案中，首先考虑了负载传递的均匀性，采用了力学仿真方法，分析了不同抓取对象对机器人造成的应力变化。基于这一分析，设计中引入了可调节的抓取机构，能够根据物体的重量和形状，自动调整力的传递方式，确保负载分布的均匀性。这一方案在提高机器人抓取稳定性的同时，减少了因抓取不当产生的误差。

运动稳定性是抓取任务成功与否的决定性因素。在优化方

案中,通过加强结构的刚性,提高抓取机构的稳定性。采用高强度、轻质合金材料以减轻结构重量,降低惯性力的影响,同时在结构设计中引入了减震系统。这种减震设计不仅在抓取过程中有效地吸收了震动,还能够减少由于机械磨损引起的系统误差。根据运动学与动力学研究,优化后的抓取机构能够在高频振动和负载波动的环境中,保持较高的精度和稳定性。与此同时,抓取机构的灵活性与精确度的提升,离不开控制系统的优化。为了应对不同的抓取任务,优化后的控制系统加入了自适应算法,能够实时调整运动轨迹,精确控制抓取过程中的各项参数。在运动控制中,采用了模糊控制和PID控制的结合,通过对实时反馈数据的处理,智能化地调整运动速度和角度,使抓取过程中的每个细节都能够精确控制。这种优化设计使得机器人能够在动态环境下,保持较高的运动稳定性和精确度。

为了验证优化方案的有效性,实际实验中引入了多种不同类型的抓取任务,包括不同形状、重量以及柔软程度的物体。通过实验数据的对比,优化后的结构设计和控制系统显著提升了抓取成功率和运动精度,显现出良好的适应性与稳定性。整个优化过程结合了理论与实践,针对现有问题提出了具体的解决方案,并通过技术手段与实验验证了设计的可行性和有效性。这一优化方案为智能护理机器人在实际应用中的高效、稳定运行奠定了坚实的基础。

3 运动稳定性的理论分析与实验验证

运动稳定性在智能护理机器人的抓取任务中至关重要,其影响因素复杂,涉及多个领域的理论分析和实验验证。在理论分析层面,运动稳定性不仅仅指机器人在执行抓取任务时的精度和一致性,还包括在动态环境中应对各种外部扰动时的响应能力。为了确保稳定性,首先需要对机器人运动系统中的力学行为进行深入探讨。机器人在抓取物体时,其动力学模型必须考虑到多个变量,包括抓取物体的重量、表面摩擦力、负载变化以及外界扰动等。通过对这些因素的分析,可以建立起精确的运动模型,并为后续的稳定性的优化提供理论支持。

在运动稳定性的分析中,关键问题之一是如何处理惯性力与负载变化的影响。在抓取过程中,负载的不同会直接导致机器人机械臂的运动轨迹发生偏移。惯性力和外部扰动可能导致机器人出现过大的偏转或震动,这不仅影响抓取精度,还可能使机器人发生失稳。针对这一问题,通过建立数学模型,利用动力学方程对运动系统的稳定性进行分析。在模型中,考虑了机器人在抓取物体时的力矩变化,以及机械臂在运动过程中的惯性特性。通过解算运动方程,可以分析出系统的稳定域,并进一步提出如何通过优化控制策略来保证机器人运动的稳定性。

在实验验证方面,为了验证理论分析的有效性,设计了一系列抓取任务,模拟不同的操作环境和抓取物体的特性。实验

中,重点测试了机器人在不同负载条件下的运动稳定性,评估了各种参数(如负载重心、抓取力大小、机器人运动轨迹等)对运动精度和稳定性的影响。实验结果显示,经过优化后的机器人能够在复杂环境中执行抓取任务,并且保持较高的稳定性。在负载变化较大的情况下,优化设计的控制系统能够实时调节机械臂的运动,减少震动和不稳定因素,显著提高了抓取任务的成功率和准确性。

实验中还涉及到不同类型的动态干扰,如震动、风力、地面不平等因素。通过对这些外部扰动的模拟,验证了机器人在动态环境下的适应能力。实验结果表明,优化后的机器人能够在复杂的动态环境中维持较低的震动幅度,并且能够根据外界扰动实时调整运动状态,确保抓取任务能够顺利完成。通过理论分析与实验验证的结合,运动稳定性的优化方案得到了充分验证。分析结果表明,通过合理的结构设计 with 精准的控制策略,智能护理机器人能够在复杂多变的环境中稳定执行抓取任务,为其广泛应用提供了坚实的理论和实践依据。

4 优化设计对抓取性能的影响

优化设计显著提升了智能护理机器人在抓取任务中的性能,尤其是在精度、稳定性以及适应性方面。抓取性能的提升与结构设计的改进、控制算法的优化密切相关。在优化过程中,设计的主要目标是使机器人能够应对各种不同形态和重量的物体,同时保持高精度的抓取和稳定的运动。抓取性能的改进首先体现在机械结构的优化上。通过调整机械臂的设计和引入先进的材料,机器人能够在执行抓取任务时提供更强的承载能力,减少因结构本身不稳定而引起的误差。采用了刚性更强的材料与高精度的传动系统后,机器人能够更有效地控制抓取过程中产生的力矩,从而保证抓取操作的高精度。这种结构优化不仅提升了抓取力的均匀性,还使得机器人在面对较大负载或复杂形态物体时能够维持高稳定性,减少了因外部干扰造成的误差。

控制系统的优化同样对抓取性能产生了重要影响。通过引入自适应控制算法,机器人能够根据实时反馈调整运动轨迹,确保抓取操作的精确性。在不确定环境下,机器人通过快速反应调节抓取策略,提升了对多样化物体的适应性。控制算法的优化特别体现在抓取过程中对动态负载的响应能力上,能够有效减小由于负载变化带来的不稳定性,进一步增强了抓取的成功率和可靠性。在实验验证中,优化设计的效果也得到了充分体现。无论是在标准测试环境还是模拟复杂场景下,优化后的机器人抓取任务的成功率明显提高。在多个抓取任务中,机器人能够迅速适应不同物体的形状和重量,并保持稳定的抓取精度。优化设计通过提高机械结构的稳定性和改进控制策略,成功地消除了因震动、摩擦不均等因素导致的误差,使得机器人的抓取性能在各类实际应用中都得到了有效提升。优化设计不仅增强了机器人的抓取能力,还显著提升了在动态和复杂环境

中的稳定性与适应性。这些设计优化直接促进了智能护理机器人在实际应用中的广泛使用，并为其在更复杂任务中的表现提供了技术保障。

5 结论与设计改进方向

通过本次对智能护理机器人抓取机构结构设计和运动稳定性的研究，成功提出了一系列优化方案，显著提高了机器人在复杂环境中的抓取能力与稳定性。优化设计包括机械结构的增强与控制系统的调整，这使得机器人在执行高精度抓取任务时能够更加稳定和高效。研究表明，改进后的抓取机构可以适应不同物体的形态和负载变化，在动态环境中保持较低的误差率，极大提升了机器人操作的可靠性和精度。

尽管优化设计取得了明显的成效，仍存在一些提升空间。在结构设计上，机器人在面对更高复杂度的抓取任务时，依然会受到物体表面形状、柔软程度以及环境扰动等因素的影响，这对运动精度和稳定性提出了更高要求。为了进一步提高抓取性能，未来可以尝试引入更先进的材料，如智能复合材料，以提高机械结构的适应性和抗干扰能力。当前控制系统虽然已经实现了较为精准的运动调节，但在实时反馈与动态适应能力方面仍有提升的余地，特别是在面对多变环境和不同抓取对象时，控制系统需要更快速、精准地进行调整，以提高任务完成

的效率与稳定性。

在设计改进方向上，未来可以通过集成更多传感器和优化算法，增强机器人对环境变化的感知能力。通过引入视觉系统、力反馈传感器等技术，机器人可以更加智能地识别物体特征和抓取过程中的微小变化，实现更精确的抓取操作。在运动控制方面，结合深度学习和人工智能技术，可以实现更加智能化的决策和控制，使机器人在面对未知或复杂任务时，能够自主调整运动方式，进一步提升抓取性能。优化设计不仅为当前智能护理机器人的应用提供了技术保障，也为其未来发展开辟了更多可能性。随着技术的不断进步，机器人的适应能力、抓取精度和稳定性将得到更大提升，推动智能护理机器人在更广泛的医疗和生活场景中的应用。

6 结语

通过对智能护理机器人抓取机构结构设计和运动稳定性进行深入研究，本论文提出的优化方案显著提升了机器人的抓取精度和运动稳定性。实验验证表明，优化后的设计在复杂环境中表现出较强的适应性和稳定性，能够高效执行多样化的抓取任务。未来，随着技术的进一步发展，智能护理机器人将具备更强的智能化、灵活性和自适应能力，推动其在医疗及其他应用领域的广泛应用。

参考文献:

- [1] 李明,张华.基于深度学习的智能护理机器人抓取路径优化[J].机器人技术与应用,2023,41(2):150-159.
- [2] 王强,刘勇.机器人抓取系统的运动稳定性分析与优化[J].机械工程学报,2022,58(10):35-43.
- [3] 陈刚,赵俊.智能护理机器人抓取控制技术的研究进展[J].现代制造工程,2023,46(3):60-67.
- [4] 周建明,王丽.机器人抓取性能提升的多目标优化设计[J].机械设计与制造,2023,57(4):120-126.
- [5] 吴峰,刘璐.智能机器人抓取机构的力学性能分析[J].工程力学,2022,39(12):202-210.